

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-321700

(43)Date of publication of application : 12.12.1997

(51)Int.Cl.

H04B 10/00

G02F 1/35

H03B 17/00

H04B 1/04

(21)Application number : 08-157552

(71)Applicant : YUSEISHO TSUSHIN SOGO
KENKYUSHO

(22)Date of filing : 29.05.1996

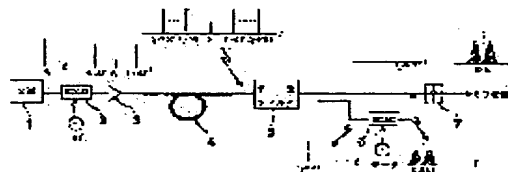
(72)Inventor : KITAYAMA KENICHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR GENERATING ELECTROMAGNETIC WAVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a electromagnetic wave generating method and a device in which the frequency is stably varied.

SOLUTION: An output beam of a light source 1 whose frequency is f_1 is modulated by a modulation signal whose frequency is Δf by an optical modulator 2 and two side band waves are generated and amplified by an optical amplifier 3 and the side band waves whose frequency difference is $N\Delta f$ are generated by a single mode optical fiber 4 based on the ternary nonlinear optical effect. Then two side band waves whose frequency is $f_1 \pm N\Delta f$ are produced by a multistage optical frequency filter 5 and subject to optical heterodyne detection at a photo-detector 7, then an electromagnetic wave whose frequency is $2N\Delta f$ is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.05.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.07.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-321700

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/00		H 0 4 B 9/00	Z
G 0 2 F	1/35		G 0 2 F 1/35	
H 0 3 B	17/00		H 0 3 B 17/00	
H 0 4 B	1/04		H 0 4 B 1/04	F

審査請求 有 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-157552

(22) 出願日 平成8年(1996)5月29日

(71) 出願人 391027413

郵政省通信総合研究所長

東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号

(72) 発明者 北山 研一

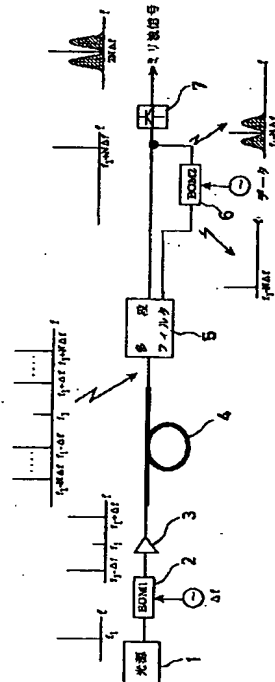
東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省
通信総合研究所内

(54) 【発明の名称】 電磁波発生方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 安定した周波数可変可能な電磁波発生方法及び装置を提供する。

【解決手段】 周波数が f_1 の光源1の出力ビームは、光変調器2において Δf の変調信号で変調し、2つの側帯波が生成され、光増幅器3で増幅された後に単一モード光ファイバ4によって、第3次非線形光学効果に基づき周波数差が $N \Delta f$ の側帯波が生成される。そして多段光周波数フィルタ5により $f_1 \pm N \Delta f$ の2つの側帯波が生じ、これをフォトディテクタ7にて光ヘテロダイン検波することにより、周波数が $2 N \Delta f$ の電磁波を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバにポンプ光として連続光（c w光）と、該ポンプ光と位相が同期し、且つ周波数を連続的に可変可能なc wシード光を同時に入射し、光ファイバの非線形光学現象の1つである第3次非線形光学効果に基づく光波混合によって、上記ポンプ光と上記c wシード光との周波数差の整数倍だけ周波数が異なり、且つ上記c wシード光と位相が同期したc w信号光を発生させ、上記c wシード光と上記c w信号光を光ヘテロダイン検波することによって、上記c wシード光と上記c w信号光の周波数差に相当する周波数が可変可能な電磁波を発生することを特徴とする電磁波発生方法。

【請求項2】 請求項1に記載の電磁波発生方法において、

上記ポンプ光を分岐してその一方を光変調器で周波数変調か若しくは位相変調することによって、位相が上記ポンプ光と同期し、周波数が上記光変調器に印加した変調信号の周波数に応じて変化するc wシード光を生成することを特徴とする電磁波発生方法。

【請求項3】 コヒーレントな光源から出力された連続光を光変調する光変調器と、該光変調器の出力光を増幅する光増幅器と、該光増幅器の出力光であるポンプ光として連続光（c w光）と、該ポンプ光と位相が同期し、且つ周波数を連続的に可変可能なc wシード光を同時に入射して、非線形光学現象の1つである第3次非線形光学効果に基づく光波混合によって、上記ポンプ光と上記c wシード光の周波数差の整数倍だけ周波数が異なり、且つ上記c wシード光と位相が同期したc w信号光を発生する単一モード光ファイバと、該光ファイバの出力光から上記c wシード光と上記c w信号光を抽出する光周波数フィルタと、該光周波数フィルタの出力光である上記c wシード光と上記c w信号光とを光ヘテロダイン検波する受光素子とからなることを特徴とする電磁波発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はミリ波帯等といった周波数の高い電磁波を発生させる方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光・電波発生には2つの方法が試みられていた。いずれも原理は、周波数の異なる2つの光波を発生させ、一方の光波を情報信号で変調し、最後に両者のビート周波数を検出することによって、周波数差に相当したマイクロ波を生成するものである。このとき2つの光波の位相や周波数が安定であることが重要な条件である。

【0003】その1つは発振周波数が安定で互いに異なり、且つ両者の光の位相関係を固定された2つコヒーレントな光源を用いる方法である。図4はその方法を示す

ブロック図であり、41はコヒーレントな第1の光源、42はコヒーレントな第2の光源、43は光変調器、44は3dBカップラ、45はフォトディテクタである。

【0004】光源41の出力ビームは光変調器43によってデータで変調され、3dBカップラ44で光源42の出力ビームと合波され、フォトディテクタ45でヘテロダイン検波される。その結果、差のビート周波数に相当する周波数の電磁波信号が得られる。

【0004】本方法の最大の問題点は、位相同期が困難なことである。位相同期は精密なループフィルタの利得調整を要し、位相同期回路の構成が複雑である。また2つのレーザを用いるために小型化と経済化が困難である。以上の理由から、本方法は実用には適していない。

【0005】上記の欠点を解決するものとして、1つの光源を用いて2つの周波数の異なる光波を生成する方法であり、この場合には上記のような位相同期の問題はなくなる。図5はその方法を示すブロック図であり、51はコヒーレントな光源、52は第1の光変調器、53は第1の光周波数フィルタ、54は第2の光周波数フィルタ、55は第2の光変調器、56はフォトディテクタである。

【0006】光源51の出力ビームは光変調器52によって所要の搬送波周波数の1/2に相当する Δf で変調され、2つの側帯波が生成される。光周波数フィルタ53によって、この中から光源51の周波数成分のみが除去され、更に光周波数フィルタ54によって両側帯波が分離される。次に、一方の側帯波のみを光変調器55を用いてデータで変調し、最後にフォトディテクタ56でヘテロダイン検波される。その結果、周波数が $2\Delta f$ の電磁波信号が得られる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本方法は、位相同期を必要としないという利点があるが、搬送波の周波数が光変調器の帯域で制限されるので、発生できる搬送波の周波数は高々数10GHzが上限であるという問題を有していた。

【0008】本発明はこれらの欠点を解決し、位相同期が不要で且つ発生できる無線搬送波の周波数に制限がない搬送波発生方法及び装置に関するものである。

【課題を解決するための手段】本発明は上記に鑑みてなされたもので、光ファイバにポンプ光として連続光（c w光）と、該ポンプ光と位相が同期し、且つ周波数を連続的に可変可能なc wシード光を同時に入射し、光ファイバの非線形光学現象の1つである第3次非線形光学効果に基づく光波混合によって、上記ポンプ光と上記c wシード光との周波数差の整数倍だけ周波数が異なり、且つ上記c wシード光と位相が同期したc w信号光を発生させ、上記c wシード光と上記c w信号光を光ヘテロダイン検波することによって、上記c wシード光と上記c w信号光の周波数差に相当する周波数が可変可能な電磁

波を発生する電磁波発生方法を提供する。

【0009】また、本発明は、上記ポンプ光を分岐してその一方を光変調器で周波数変調か若しくは位相変調することによって、位相が上記ポンプ光と同期し、周波数が上記光変調器に印加した変調信号の周波数に応じて変化するcwシード光を生成する電磁波発生方法を提供する。

【0010】更に、本発明は、コヒーレントな光源から出力された連続光を光変調する光変調器と、該光変調器の出力光を増幅する光増幅器と、該光増幅器の出力光であるポンプ光として連続光(cw光)と、該ポンプ光と位相が同期し、且つ周波数を連続的に可変可能なcwシード光を同時に入射して、非線形光学現象の1つである第3次非線形光学効果に基づく光波混合によって、上記ポンプ光と上記cwシード光の周波数差の整数倍だけ周波数が異なり、且つ上記cwシード光と位相が同期したcw信号光を発生する単一モード光ファイバと、該光ファイバの出力光から上記cwシード光と上記cw信号光を抽出する光周波数フィルタと、該光周波数フィルタの出力光である上記cwシード光と上記cw信号光とを光ヘテロダイン検波する受光素子とからなる電磁波発生装置を提供する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態における電磁波発生装置のブロック図であり、1はコヒーレント光源、2は第1の光変調器、3は光増幅器、4は光ファイバ、5は多段光周波数フィルタ、6は第2の光変調器、7はフォトディテクタである。

【0012】以下に本実施例における動作原理を説明する。光源1の出力ビームは光変調器2に周波数 Δf の変調信号を印加することによって所要の搬送波周波数の1/Nに相当する Δf で変調され、2つの側帯波が生成され、光増幅器3によって光強度が増幅されたのち、光ファイバ4に入射される。

【0013】光ファイバ4内で第3次非線形光学効果によって周波数差が $N\Delta f$ ($N=1, 2, \dots$)の側帯波が生成され、多段光周波数フィルタ5によってこの中から周波数が $f_1 \pm N\Delta f$ の2つの側帯波が分離抽出される。

【0014】2つの周波数成分は必要に応じて増幅され、一方の側帯波のみを光変調器6を用いてデータで変調し、最後にフォトディテクタ7でヘテロダイン検波される。その結果、周波数が $2N\Delta f$ の電磁波信号が得られる。光変調器2に印加する変調信号の周波数 Δf を変化することによって、搬送波の周波数はその変化分のN倍変化させることが可能である。

【0015】次に、光ファイバの第3次非線形光学効果によって、周波数が $f_1 \pm N\Delta f$ ($N=1, 2, \dots$)の側帯波が生成される原理を説明する。

【0016】図2において、3つの光波、光周波数 f_1

± Δf と f_1 が入射したときに誘導3波混合で新たな周波数の光波が発生する。その光波の周波数はエネルギー保存則から決定される。例えば、周波数が $f_1 - \Delta f$ 、 f_1 の2つの光波から発生する光波の周波数 f は次式を満足しなければならない。

【0017】

【数1】

数式1

$$2f_1 = f + f_1 - \Delta f$$

10 【0018】

【数2】

数式2

$$(f_1 - \Delta f) = f + f_1$$

【0019】数式1、数式2の解はそれぞれ $f_1 + \Delta f$ 、 $f_1 - 2\Delta f$ となる。このようにして $f_1 \pm N\Delta f$ ($N=1, 2, \dots$)の側帯波が生成される。一方、誘導3波混合においては、混合する3つの光波は運動量保存則を同時に満足していなければならない。光ファイバの分散が小さくなる零分散周波数帯では、運動量保存則はほぼ自動的に満足される。

【0020】本実施形態で用いられる光ファイバ4は単一モードファイバであり、更に使用する波長域で分散を零にした零分散ファイバか、あるいは使用する波長域を中心とする広い波長範囲にわたって分散を零化したいわゆる分散フラットファイバを用いる。零分散ファイバは1.55 μm 帯のものが実用化されており、分散フラットファイバも実験段階のものが既に試作されている。

【0021】この方法では、光ファイバ4に入射する光波は互いに位相が同期しているので、光ファイバ4内で発生する光波も全て位相が揃っている点が重要である。したがって、これらの中から任意の2つの光波をヘテロダイン検波した差のビート周波数として得られる搬送波には、周波数や強度の揺らぎがない。

【0022】次に、多段光周波数フィルタ5の構成および設計方法を示す。図2はマッハーツェンダー干渉計

(MZI)型光周波数フィルタであり、11は3dBカップラ、12はMZIの第1のアーム、13はMZIの第2のアーム、14は移相器、15は3dBカップラである。

【0023】例えば、入力端子I1の入力に対する出力端子O1、O2の出力は、それぞれ $\sin 2(\pi f \tau)$ 、 $\cos 2(\pi f \tau)$ で与えられる。前段のフィルタで f_c を阻止し、出力端子O1に f_s 、 f_a を通過させるためには、MZIの光路長差を $v/(2\Delta f)$ (v は導波路中の光速)にする必要がある。ここで、光路長差の調整は移相器で行うことができ、通常TOを用い温度で調整する。

【0024】後段のフィルタでは光路長差を $v/(4\Delta f)$ もこれと同一のものをを用いると、出力端子O1には f_s が、出力端子O2には f_a が出力するので両波を分

離することができる。この(MZI)型多段光周波数フィルタを用いて、図3のように周波数間隔 Δf で等間隔に並んだスペクトルの中から、2つの周波数成分のみを分離抽出する方法について述べる。

【0025】第1段($m=1$)のフィルタで隣接するスペクトルを分離除去する。これには光路差を $v/(2\Delta f)$ とする。次段($m=2$)で更に光路差が $v/(4\Delta f)$ にフィルタで隣接するスペクトルを分離除去する。最終の第 m 段のフィルタは光路差が $v/(2m\Delta f)$ とし、両出力アームから所望の2つの周波数成分のみが得られる。

【0026】本方法は、位相同期を必要としないという利点があり、また無線搬送波の周波数が光変調器の帯域で制限されることがなく、周波数を変化できるという利点も具えており、従来の2つの方法の欠点を一挙に解決できる。

【0027】以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した構成を変更しない限り、どのようにでも実施できる。

【発明の効果】以上述べたように、本発明においては、単一のコヒーレントな光源と光ファイバの非線形光学効果を利用しているので、安定した周波数可変可能な電磁波信号を簡単な構成で発生することができる。

【0028】また、電磁波発生装置は、例えば無線通信においてアンテナを設置した無線基地と無線基地を統合

する制御局間の通信を光ファイバで行う、いわゆる光ファイバフィードとして利用できる等、多大な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における電磁波発生装置を示すブロック図である。

【図2】多段光周波数フィルタの構成を示すブロック図である。

【図3】周波数間隔 Δf で等間隔に並んだスペクトルの中から、2つの周波数成分のみを分離抽出する多段光周波数フィルタの設計方法を示す概念図である。

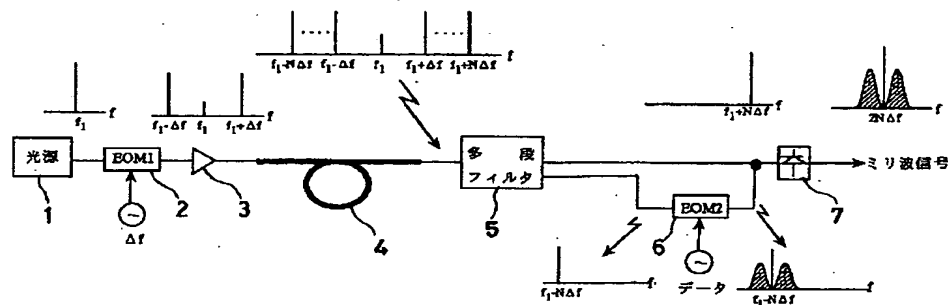
【図4】従来の電磁波発生装置を示すブロック図である。

【図5】従来の電磁波発生装置を示すブロック図である。

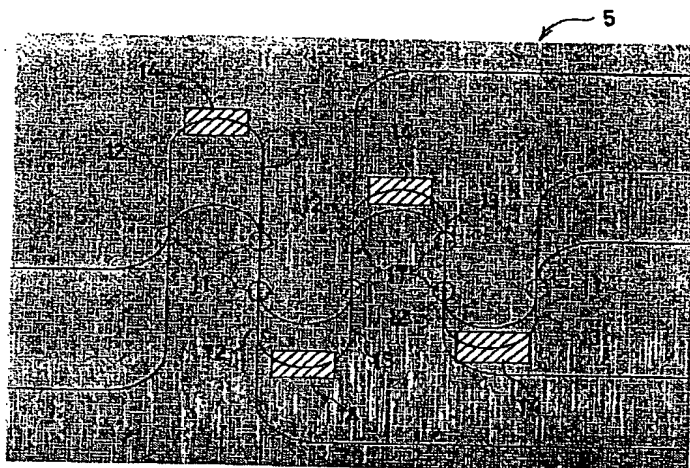
【符号の説明】

- | | |
|-------|-----------|
| 1 | 光源 |
| 2、6 | 光変調器 |
| 3 | 光増幅器 |
| 4 | 光ファイバ |
| 5 | 多段周波数フィルタ |
| 7 | フォトディテクタ |
| 11、15 | 3dBカップラ |
| 12、13 | アーム |
| 14 | 移相器 |

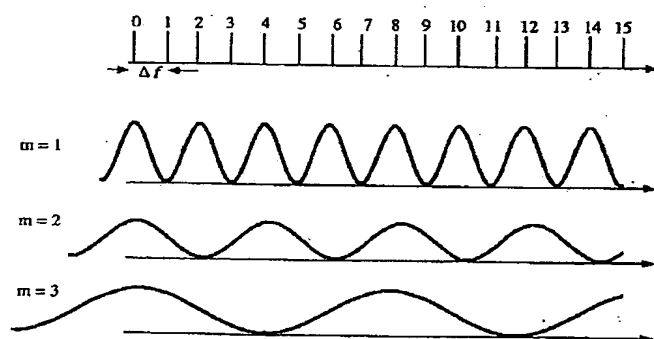
【図1】



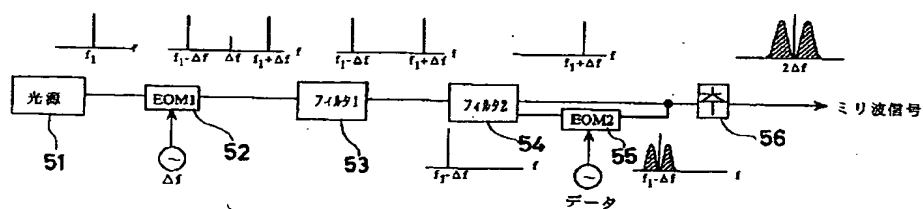
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

